

531,717

Rec'd PCT/PTO 18 APR 2005

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international

10/531717

(43) Date de la publication internationale  
13 mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/040276 A2(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :

G01N 21/72

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/002977

(22) Date de dépôt international : 9 octobre 2003 (09.10.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02/13033

18 octobre 2002 (18.10.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : PRO-  
ENGIN [FR/FR]; 1, rue de l'Industrie, F-78210 Saint Cyr  
l'Ecole (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
LANCELIN, Henri [FR/FR]; 22, rue Auguste Renoir,  
F-91420 Morangis (FR). BLEUSE, Patrick [FR/FR];  
2, rue du Docteur Roux, F-78390 Bois d'Arcy (FR).  
CLAUSIN, Pierre [FR/FR]; 16, rue de Marnes, F-92410  
Ville-d'Avray (FR).(74) Mandataire : DE SAINT PALAIS, Arnaud; Cabinet  
Moutard, 35, rue de la Paroisse, F-78000 Versailles (FR).(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,  
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,  
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,  
ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet  
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet  
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,  
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US  
seulement

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée  
dès réception de ce rapportEn ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE DETECTION OF THE PRESENCE, AND THE REAL-TIME ANALYSIS OF,  
CHEMICAL AND/OR BIOLOGICAL SUBSTANCES IN THE ATMOSPHERE(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR LA DETECTION DE LA PRESENCE DANS L'ATMOSPHERE ET L'ANALYSE  
EN TEMPS REEL DE SUBSTANCES CHIMIQUES ET/OU BIOLOGIQUES(57) Abstract: The invention relates to a device for analysing a gaseous composition by means of flame spectrophotometry, which  
can be used to identify a current test spectrum and which is based on a knowledge acquisition and diagnostic method. The inventive  
method comprises the following steps: the main component analysis of reduced data from the current spectrum; the creation of a  
matrix representing the set of projected spectra of the set of active elements; the classification of the set of projected spectra of the  
set of active elements into current groups; the evaluation of the membership potential of the current spectrum in relation to all of the  
current groups; the membership of the current spectrum to one of the current groups of the set of active elements if the membership  
potential of said group of said current spectrum is greater than a pre-determined threshold; the triggering of the alarm if one of the  
current groups of the set of active elements presents an appearance frequency for different elements of the group which is greater  
than a pre-determined threshold; and remote rejection of the current spectrum and agglomeration to one of the groups being formed  
if said current spectrum departs sufficiently from the existing forms in order to form part of a new group.(57) Abrégé : Dispositif d'analyse d'une composition gazeuse par spectrophotométrie de flamme, permettant d'identifier un spectre  
courant d'analyse, basé sur un procédé d'apprentissage et de diagnostic, comprenant les étapes suivantes : l'analyse en composantes  
principales des données réduites du spectre courant, la création d'une matrice représentant l'ensemble des projetés de l'ensemble  
d'actifs, la classification de l'ensemble des projetés de l'ensemble d'actifs en groupes courants, l'évaluation du potentiel d'apparte-  
nance du spectre courant pour tous les groupes courants, l'appartenance du spectre courant à un des groupes courants de l'ensemble  
d'actifs si le potentiel d'appartenance audit groupe dudit spectre courant est supérieur à un seuil prédéterminé, le déclenchement de  
l'alarme si un des groupes courants de l'ensemble d'actifs présente une fréquence d'apparition des différents éléments du groupe  
supérieure à un seuil prédéterminé, le rejet à distance du spectre courant et agglomération à l'un des groupes en formation, si ledit  
spectre courant s'écarte suffisamment des formes existantes pour faire parti d'un nouveau groupe.

WO 2004/040276 A2

**PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA DETECTION DE LA  
PRESENCE DANS L'ATMOSPHERE ET L'ANALYSE EN TEMPS  
5 REEL DE SUBSTANCES CHIMIQUES ET/OU BIOLOGIQUES.**

10 La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour la détection de la présence dans l'atmosphère et l'analyse en temps réel de substances chimiques et/ou biologiques.

Elle s'intègre avantageusement, mais non exclusivement, dans un dispositif  
15 d'analyse d'une composition gazeuse par spectrophotométrie de flamme par exemple du type de celui décrit dans le brevet FR No 98 00761 déposé au nom de la Demanderesse.

D'une façon générale, on sait que la spectrophotométrie de flamme est une  
20 méthode consistant à effectuer l'analyse spectrographique du rayonnement produit par la flamme d'un mélange gazeux incluant les éléments à analyser et un gaz comburant tel que l'hydrogène. Cette analyse s'effectue en isolant les radiations caractéristiques des éléments recherchés et en effectuant la mesure, par voie photométrique, de ces radiations.

25 Pour pouvoir appliquer ce processus à certains éléments qui n'engendrent pas d'émission lumineuse caractéristique, il est nécessaire de provoquer, préalablement à la combustion, une réaction de ces éléments avec un élément réactif afin d'obtenir un composé produisant une émission lumineuse  
30 détectable et identifiable.

Cette réaction préalable peut s'effectuer en réalisant une première combustion en présence d'un réactif.

5 Le mélange gazeux issu de cette première combustion est soumis à une deuxième combustion qui produit une émission lumineuse dont on effectue également l'analyse spectrographique.

10 Les informations délivrées par voie photométrique, concernant les radiations caractéristiques fonction de la nature des éléments recherchés et l'intensité des raies fonction de la concentration desdits éléments, peuvent être transmises à un processeur programmé de manière à interpréter ces informations, qu'il s'agisse de composés, de substances chimiques voire même de substances biologiques.

15 D'une manière générale, on sait qu'il est parfois nécessaire de pouvoir réagir efficacement lors d'une contamination atmosphérique ; dans ce cas, il convient de détecter et d'identifier le plus rapidement possible les éléments constituant ladite contamination.

20 Par ailleurs, la complexité des spectres de radiation associée au nombre important d'éléments recherchés nécessitent la mise en place de procédés permettant l'acquisition du spectre courant à analyser et son identification par rapport à une banque de spectres connus, et ceci en temps réel.

25 L'invention a plus particulièrement pour but d'améliorer les résultats de ces analyses en étendant autant que possible la gamme de substances biologiques pouvant être analysée et en améliorant le niveau de confiance des résultats obtenus.

30 Elle propose, à cet effet, un procédé d'apprentissage et de diagnostic en vue d'identifier un spectre courant à analyser, selon les étapes suivantes :

- l'analyse en composantes principales des données réduites du spectre courant,
- la création d'une matrice représentant l'ensemble des projetés de l'ensemble d'actifs,
- 5      • la classification de l'ensemble des projetés de l'ensemble d'actifs en groupes courants,
- l'évaluation du potentiel d'appartenance du spectre courant pour tous les groupes courants,
- l'appartenance du spectre courant à un des groupes courants de l'ensemble d'actifs si le potentiel d'appartenance audit groupe dudit spectre courant est supérieur à un seuil prédéterminé,
- 10      • le déclenchement de l'alarme si un des groupes courants de l'ensemble d'actifs présente une fréquence d'apparition des différents éléments du groupe supérieure à un seuil prédéterminé,
- 15      • le rejet à distance du spectre courant et agglomération à l'un des groupes en formation, si ledit spectre courant s'écarte suffisamment des formes existantes pour faire parti d'un nouveau groupe.

Avantageusement, le procédé d'apprentissage et de diagnostic sera conçu de manière à permettre, préalablement aux étapes précédentes :

20

- la modélisation du fond de flamme,
- la suppression du fond de flamme au spectre courant,
- le filtrage du signal obtenu,
- 25      • la normalisation du spectre filtré,
- la détection du spectre courant si celui-ci ne correspond pas à du bruit.

Bien entendu, cette modélisation des situations où le nombre de variables associées à chaque spectre est beaucoup plus important que le nombre de spectres, permet de distinguer les spectres caractéristiques d'éléments constituant une contamination.

5

Un mode d'exécution de l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

10 La figure 1 est un schéma de principe d'un appareil d'analyse de substances chimiques et/ou biologiques par spectrophotométrie ;

La figure 2 est l'organigramme du procédé d'apprentissage et de diagnostic.

15 L'appareil d'analyse par spectrophotométrie pourra faire intervenir, comme représenté figure 1, un brûleur tubulaire 1 comprenant une buse tubulaire 2 connectée à un conduit d'amenée de gaz à analyser 3 et ouverte de l'autre côté et, coaxialement à cette buse 2 :

20 - un premier manchon tubulaire 4, de diamètre légèrement supérieur à celui de la buse 2 et axialement décalé par rapport à cette dernière, de manière à délimiter, d'une part, avec la buse 2, une première chambre annulaire d'admission 5 connectée à un circuit d'injection 6 d'hydrogène provenant d'une source 7 et, d'autre part, au-delà de la première buse 2, une chambre  
25 de combustion 8 dans laquelle la combustion partielle du gaz à analyser et de l'hydrogène engendre une première flamme F1 : ce premier manchon tubulaire 4 se referme d'un côté sur la buse 2 et débouche, de l'autre côté, dans une deuxième chambre de combustion 9 ;

30 - un deuxième manchon tubulaire 10, de diamètre supérieur à celui du premier manchon tubulaire 4 et délimitant avec celui-ci, une deuxième

- chambre d'admission 11 connectée à un circuit d'admission 12 d'un gaz ou d'un mélange gazeux oxydant, par exemple de l'air : ce deuxième manchon 10 se referme d'un côté sur la buse 2 et/ou sur le premier manchon 4 et délimite, de l'autre côté, au-delà de celui-ci, la deuxième
- 5 chambre de combustion 9, dans laquelle s'effectue une postcombustion en milieu oxydant des gaz issus de la première chambre de combustion 8 et de la chambre d'admission 11 ;
- 10 - une électrode annulaire 14, de section sensiblement en forme de C inversé, solidarisée par sa face de plus grand diamètre 15 au deuxième manchon 10, et dont la face de plus petit diamètre 16, qui présente une longueur axiale plus petite que celle de la face 15, délimite un conduit de sortie S de la chambre de combustion 9 : au-delà de l'électrode 14 (du côté opposé au manchon 4), le manchon 10 comprend un orifice latéral 17 sur lequel
- 15 débouche un conduit d'échappement, muni d'une turbine 18 actionnée par un moteur non représenté ;
- 20 - une optique de focalisation 19 telle qu'une lentille montée dans l'ouverture circulaire d'un opercule refermant le manchon 10, du côté opposé à la buse 2, cette optique de focalisation 19 étant conçue de manière à focaliser le rayonnement lumineux émis dans les deux chambres de combustion 8, 9, en particulier la première chambre 8, sur l'orifice d'entrée d'un montage de spectrophotométrie 20.
- 25 Les informations délivrées par le montage de spectrométrie 20 sont transmises à un ensemble processeur/afficheur 21 programmé de manière à déterminer la nature et la concentration des éléments recherchés de l'échantillon de gaz amené par la buse 2.
- 30 Comme précédemment mentionné, la surface extérieure du manchon 4 pourra être recouverte par un revêtement 22 en un matériau apte à émettre un gaz

réactif à la température à laquelle ce manchon 4 est amené sous l'effet de la combustion engendrée dans la première chambre de combustion 8. A titre d'exemple, ce matériau réactif pourra consister en de l'Indium, l'élément recherché étant alors le chlore.

5

Dans ce cas, le brûleur pourra comprendre un troisième manchon tubulaire coaxial 23 s'étendant dans l'espace intercalaire compris entre les manchons 4 et 10. Ce troisième manchon 23 délimite avec le manchon 4 une chambre annulaire 24 débouchant dans la deuxième chambre de combustion 9 et servant à l'admission dans cette chambre 9 d'un courant d'hydrogène provenant de la source 7. A cet effet, la chambre annulaire 24 est connectée à la source 7 par l'intermédiaire d'un circuit d'admission 25 commandé par une vanne 26.

15 Le fonctionnement du brûleur précédemment décrit est alors le suivant :

L'ensemble des deux chambres est mis en dépression par la turbine 18 de manière à provoquer une aspiration du gaz à prélever dans la buse 2, à travers un ajutage prévu dans le circuit d'admission 3.

20

A l'intérieur du manchon 4, le flux de gaz aspiré (par exemple de l'air) se mélange avec le courant d'hydrogène injecté par la chambre d'admission 5, dans une proportion telle que la combustion produite dans la première chambre de combustion 8 soit réductrice. Le rayonnement lumineux engendré par la flamme F1 présente dans la première chambre 8 permet de détecter grâce au montage de spectrophotométrie 20 des composés tels que le phosphore et le soufre et à en déduire la présence en éléments recherchés.

La température engendrée par cette combustion provoque le chauffage du manchon 4 et, par conséquent, du revêtement 22.

30

Lorsqu'il atteint ou dépasse sa température de vaporisation, ce revêtement 22 émet une vapeur réactive qui se mélange au flux d'hydrogène injecté par la chambre d'admission 24 et à l'air provenant de la chambre d'admission 11.

- 5 Au sortir de ces chambres 11 et 24, le mélange gazeux réagit (combustion oxydante) avec le flux gazeux résultant de la combustion partielle produite dans la chambre 8 pour produire la flamme F2 qui émet une lumière caractéristique d'un composant tel que du chlore qui a réagit avec la vapeur réactive d'Indium. Cette lumière, de même que celle produite dans la chambre  
10 8, se trouve focalisée par la lentille 19 à l'entrée du montage de spectrophotométrie 20.

Les informations délivrées par le montage 20 sont transmises au processeur 21, lequel est programmé de manière à interpréter ces informations et à en  
15 déduire les natures et les concentrations des éléments recherchés, qu'il s'agisse de composés, de substances chimiques ou même de substances biologiques.

Ces dites informations se présentent sous forme de spectre de radiation de  
20 longueurs d'onde différentes et d'intensité différentes. Elles constituent un ensemble de données associées à une pluralité de variables concernant une pluralité d'éléments recherchés.

Le procédé permettant d'identifier le spectre courant consiste à créer  
25 préalablement un ensemble d'actifs, c'est-à-dire un ensemble de spectres prétraités suivant des règles prédéfinies, lesquels spectres sont agglomérés en groupes distincts puis de rechercher pour chaque spectre courant à identifier le groupe, parmi l'ensemble d'actifs, pour lequel l'appartenance dudit spectre courant est la plus forte, et de déterminer le groupe ayant obtenu la taille  
30 suffisante pour être considéré comme étant le résultat du diagnostic.



La constitution de l'ensemble d'actifs, de même que le traitement d'un spectre courant font appel au même procédé de traitement des données représenté selon la figure 2.

5 Dans cet exemple, le procédé de traitement desdites données pourra comprendre les étapes suivantes :

- acquisition d'un nouveau spectre (bloc 1),
- modélisation du fond de flamme (bloc 2),
- 10 • suppression du fond de flamme (bloc 3),
- filtrage du signal obtenu (bloc 4),
- normalisation du spectre prétraité (bloc 5),
- détection du spectre obtenu (bloc 6),
- projection du spectre détecté (bloc 7),
- 15 • évaluation du potentiel d'appartenance du spectre projeté (bloc 8),
- diagnostic (bloc 9),
- coalescence (bloc 10),
- agglomération à l'un des groupes en formation (bloc 11),
- création d'un nouveau groupe (bloc 12),
- 20 • seuil de taille (bloc 13).

L'acquisition d'un nouveau spectre (bloc 1), concerne la prise en compte desdites informations issues du montage 20 ; elle peut également concerner la première étape de la reprise en compte d'un spectre non traité dans le procédé  
25 lors de certaines étapes décrites ultérieurement.

La modélisation du fond de flamme (bloc 2), permet la mise à jour des données numériques stockées définissant les caractéristiques des radiations générées par la flamme, en l'absence d'éléments à analyser.

La suppression du fond de flamme (bloc 3), consiste à extraire du spectre courant à analyser, les données de modélisation du fond de flamme.

5 Le filtrage du signal obtenu (bloc 4), est effectué à travers un filtre linéaire du premier ordre récursif de Butterworth.

La normalisation du spectre prétraité (bloc 5), consiste à effectuer la détermination des variables du spectre sous la forme de matrice centrée-réduite.

10

La détection du spectre obtenu (bloc 6), après pré traitement, permet de savoir si le spectre courant a des caractéristiques nettement supérieures au bruit normal, auquel cas on considère qu'il y a rehaussement ; par conséquent, on est en présence d'un spectre caractéristique ; dans le cas contraire, le signal  
15 obtenu est dirigé vers le bloc 1, flèche A, pour un nouveau pré traitement.

La projection du spectre détecté (bloc 7), sur l'ensemble des axes de projections, consiste à estimer les paramètres du spectre à l'aide d'une suite de régressions simples entre les données dudit spectre et une partie de ses  
20 paramètres ; cette estimation exploite l'algorithme NIPALS (Nonlinear estimation by Iterative Partial Least Squares).

L'évaluation du potentiel d'appartenance (bloc 8), du spectre projeté par rapport aux différents groupes de spectres, précédemment traités selon le même procédé, et constituant un ensemble d'actifs structuré en groupes  
25 distincts, est effectuée de la manière suivante :

- si le potentiel d'appartenance du spectre courant est supérieur à un seuil d'acceptation préalablement défini, on effectue sur ledit spectre l'étape suivante, dite de diagnostic (bloc 9) ;

- si le potentiel d'appartenance du spectre courant est inférieur à un seuil de rejet préalablement défini, on effectue sur ledit spectre l'étape dite de coalescence (bloc 10) ;
- si le potentiel d'appartenance du spectre courant est supérieur au seuil de rejet et inférieur à un seuil d'acceptation, il y a ambiguïté ; le spectre courant est dirigé vers le bloc 1, flèche B, pour un nouveau pré traitement.

Le diagnostic (bloc 9), consiste à calculer la fréquence d'apparition des différents éléments du groupe constitué des spectres détectés à partir des étapes précédentes, blocs 1 à 8, et à déterminer si le niveau d'alerte est atteint pour l'un des groupes de l'ensemble d'actifs ; si la somme des diagnostics est supérieure à un seuil prédéterminé, les éléments recherchés sont identifiés et le résultat recherché est obtenu ; dans le cas contraire, le spectre diagnostiqué est dirigé vers le bloc 1, flèche C, pour un nouveau pré traitement.

La coalescence (bloc 10), permet d'agglomérer le spectre courant à l'un des groupes en formation (bloc 11), ou à créer un nouveau groupe (bloc 12) ; le but de la coalescence est d'agglomérer suffisamment de spectres de manière à créer un nouveau groupe, la potentialité de coalescence du spectre courant au groupe en formation étant préalablement comparée au reste du groupe.

Le groupe en formation (bloc 11) est soumis à une détection de seuil (bloc 13) définissant une taille minimale ; si le seuil est atteint, le groupe en formation est intégré à l'ensemble d'actifs et participe au processus d'apprentissage ; dans le cas contraire, les spectres courants dudit groupe en formation sont dirigés vers le bloc 1, flèche D, pour un nouveau pré traitement.

Bien entendu le procédé selon l'invention comprend des moyens de gestion des groupes de l'ensemble d'actifs.

Dans cet exemple, une liste chaînée bidirectionnelle représente l'ensemble des groupes, chaque groupe étant défini par son identification et son contenu ; l'insertion d'un nouveau groupe est effectuée à la suite de la destruction du groupe le plus ancien ; néanmoins certains groupes sont indestructibles.

## Revendications

- 1- Procédé d'apprentissage et de diagnostic en vue d'identifier un spectre  
5 courant permettant la détection de la présence dans l'atmosphère de substances chimiques et/ou biologiques par spectrophotométrie de flamme, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- 10 • l'analyse en composantes principales des données réduites du spectre courant,
  - la création d'une matrice représentant l'ensemble des projetés de l'ensemble d'actifs,
  - la classification de l'ensemble des projetés de l'ensemble d'actifs en groupes courants,
  - 15 • l'évaluation du potentiel d'appartenance du spectre courant pour tous les groupes courants,
  - l'appartenance du spectre courant à un des groupes courants de l'ensemble d'actifs si le potentiel d'appartenance audit groupe dudit spectre courant est supérieur à un seuil prédéterminé,
  - 20 • le déclenchement de l'alarme si un des groupes courants de l'ensemble d'actifs présente une fréquence d'apparition des différents éléments du groupe supérieure à un seuil prédéterminé,
  - le rejet à distance du spectre courant et agglomération à l'un des groupes en formation, si ledit spectre courant s'écarte suffisamment
  - 25 des formes existantes pour faire parti d'un nouveau groupe.
- 2- Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce qu'il comprend préalablement les étapes suivantes :
- la modélisation du fond de flamme (bloc 2),
  - 30 • la suppression du fond de flamme au spectre courant (bloc 3),
  - le filtrage du signal obtenu (bloc 4),

- la normalisation du spectre filtré (bloc 5),
- la détection du spectre courant si celui-ci ne correspond pas à du bruit (bloc 6).

5    3- Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que la projection du spectre courant (bloc 7) sur  
l'ensemble des axes de projections comprend l'estimation des paramètres  
dudit spectre courant à l'aide d'une suite de régressions simples entre les  
données dudit spectre courant et une partie de ses paramètres.

10

4- Procédé selon l'une des revendications 1 et 3,  
caractérisé en ce que l'évaluation du potentiel d'appartenance du spectre  
projeté (bloc 8) par rapport aux différents groupes de spectres constituant  
un ensemble d'actifs structuré en groupes distincts, comprend les  
conditions suivantes :

15

- si le potentiel d'appartenance du spectre courant est supérieur à un  
seuil d'acceptation préalablement défini, on effectue sur ledit  
spectre l'étape dite de diagnostic (bloc 9),
- 20    • si le potentiel d'appartenance du spectre courant est inférieur à un  
seuil de rejet préalablement défini, on effectue sur ledit spectre  
l'étape dite de coalescence (bloc 10),
- si le potentiel d'appartenance du spectre courant est supérieur au  
seuil de rejet et inférieur à un seuil d'acceptation, il y a ambiguïté ;  
25    le spectre courant est dirigé vers un nouveau pré traitement.

25

5- Procédé selon la revendication 4,  
caractérisé en ce que le diagnostic comprend le calcul de la fréquence  
d'apparition des différents éléments du groupe constitué des spectres  
détectés et à déterminer si le niveau d'alerte est atteint pour l'un des  
30    groupes de l'ensemble d'actifs.

30

- 6- Procédé selon la revendication 5,  
caractérisé en ce qu'il comprend l'identification du spectre diagnostiqué  
lorsque la somme des diagnostics est supérieure à un seuil prédéterminé.
- 5 7- Procédé selon la revendication 4,  
caractérisé en ce que la coalescence comprend l'agglomération du spectre  
courant à l'un des groupes en formation (bloc 11) ou la création d'un  
nouveau groupe (bloc 12).
- 10 8- Procédé selon la revendication 7,  
caractérisé en ce qu'il comprend une détection de seuil (bloc 13)  
définissant une taille minimale des groupes en formation.
- 9- Procédé selon la revendication 8,  
15 caractérisé en ce qu'il comprend l'intégration des groupes en formation à  
l'ensemble d'actifs lorsque le seuil est atteint.
- 10-Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce qu'il comprend une liste chaînée bidirectionnelle  
20 représentant l'ensemble des groupes, chaque groupe étant défini par son  
identification et son contenu, l'insertion d'un nouveau groupe étant  
effectuée à la suite de la destruction du groupe le plus ancien.
- 11-Procédé selon la revendication 10,  
25 caractérisé en ce que la liste chaînée comprend des groupes indestructibles.

1/2

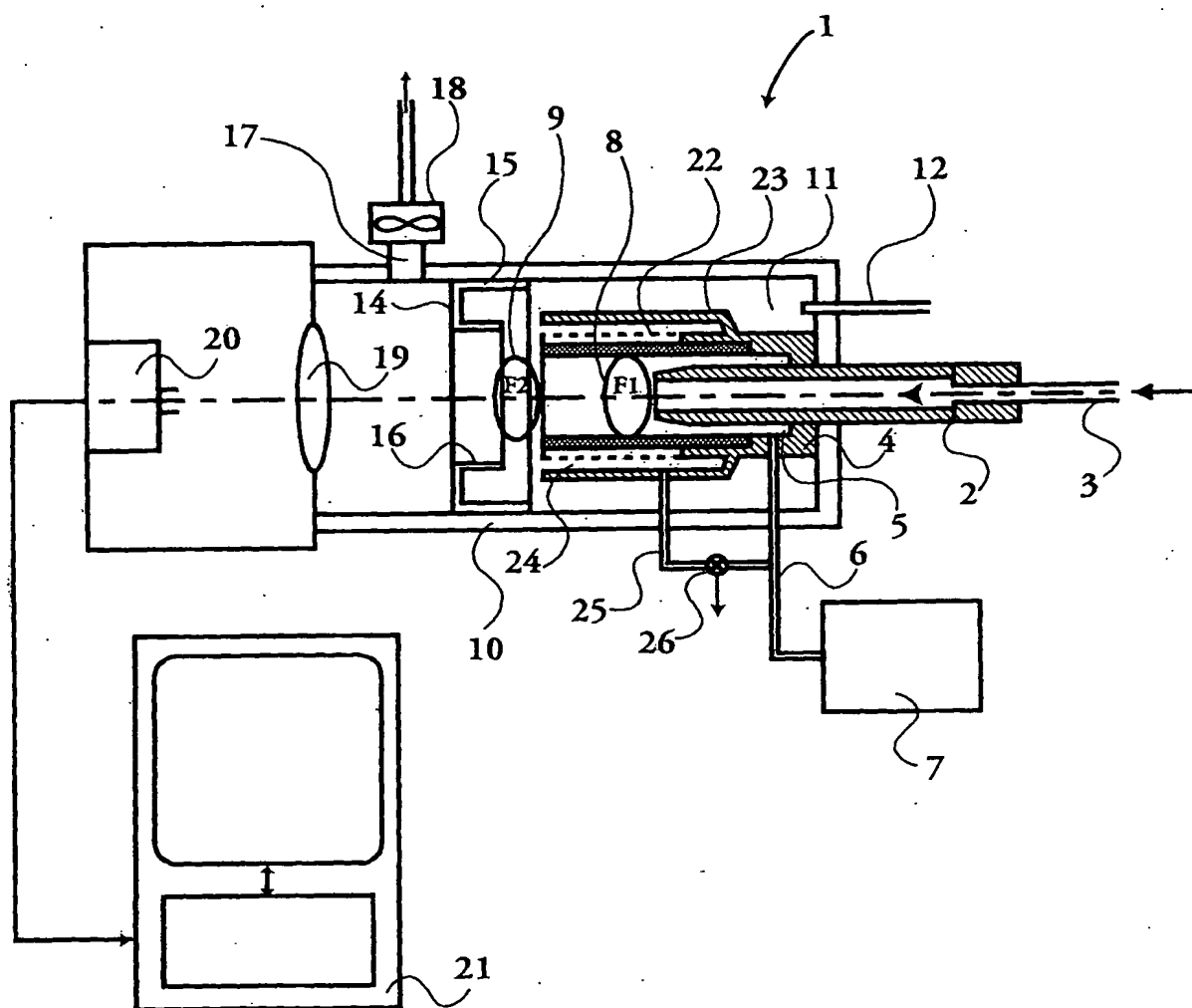


Fig. 1



2/2

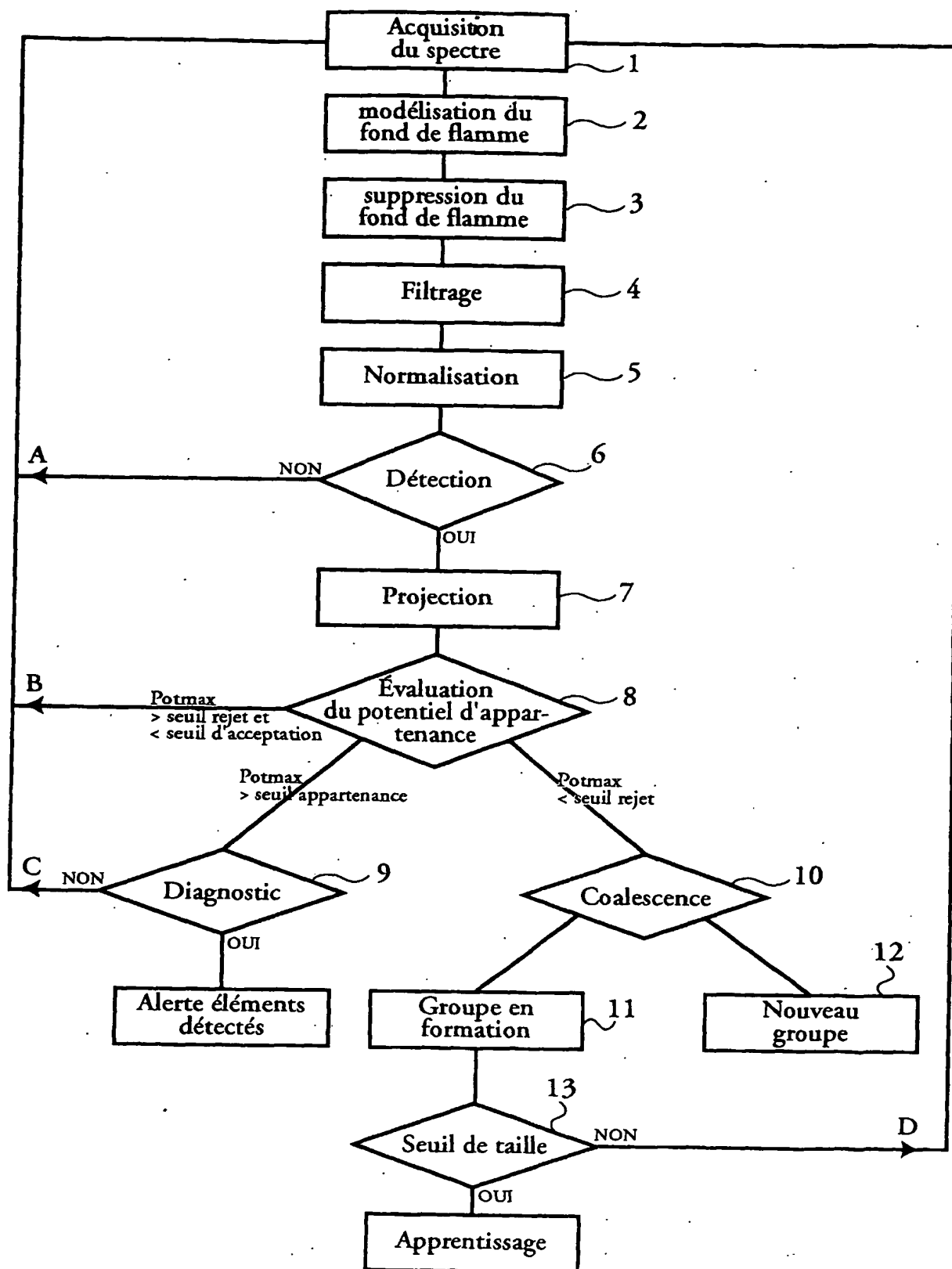


Fig. 2